キャリアパス

# 理系大学院における実務者教育；米国Professional Science Master's (PSM)と横浜国立大学大学院工学府PEDプログラム

鈴木　市郎*・岡崎　慎司・小泉　淳一

生物工学分野に限らず，理工系の研究者・技術者を目指す学生にとって，企業での「ものつくり」に必要とされる資質とはどのようなものであろうか．またその資質を伸ばすために，大学院はどのような教育を提供できるであろうか．米国で最近「理数系におけるMBA（経営学修士）」として注目されている学位，Professional Science Master's（PSM）では，理数系における学際的な大学院教育に加えてビジネス関連の科目を受講し産業界で役立つ知識を得ることができる．本稿ではこのPSMについて概要を解説し，またこのPSMなどをもとに平成19年度より横浜国立大学大学院工学府が開始した新しい工学系大学院教育，PEDプログラムについて紹介する．

## イノベーションを担うリーダーに必要な資質

21世紀の産業界における重要なキーワードのひとつに「イノベーション」がある．イノベーションを創出するために，企業は理系の高度な専門的知識を持つ人材を必要としている．しかし近年，企業が求める人材像と実際の理工系大学院の修士・博士修了者の資質との間に，少なからずギャップが存在するといわれている．（社）日本経済団体連合会教育問題委員会が2004年11月に報告した「企業の求める人材像についてのアンケート結果」[1]では技術系の学部・大学院生について，企業が期待するコミュニケーション能力と現実とのギャップが大きいことを指摘している．日本経団連が2007年2月に報告した「企業における博士課程修了者の状況に関するアンケート調査」[2]においても，博士取得者の「専門知識・専門能力」「研究遂行能力」「論理的思考能力」などを高く評価する一方で，「コミュニケーション力」「協調性」「業務遂行能力」などには問題があるとされている．企業での研究は集団での研究となるため，研究の遂行に必要なコミュニケーション能力や協調性が求められる．また，研究の進捗状況などの管理すなわちプロジェクト・マネジメントの能力は，企業における研究ではより重視される．

2004年12月に米国Council on Competitivenessがまとめた「INNOVATE AMERICAレポート」[3]（通称「パルミサーノ・レポート」）は，イノベーションを21世紀における米国の成功を決定する最も重要な因子と位置づけ，次世代のイノベーション創出へ向けて米国のとるべき戦略を表した報告書である．この中で，21世紀のイノベーションは従来の単一分野における技術革新ではなく，学際的な，異分野の複合的な領域から生じると分析されている．ではイノベーションを創出するリーダーとなる研究者に求められる能力とは，さまざまな分野の学際的な専門知識だろうか．いや，むしろ求められるのは学際領域の知識を融合する能力，つまり異分野の研究者と適切にコミュニケーションを取り共同で研究を進める能力であろう．例えば，シリコンバレーにおける新産業創出を支える「土壌」としてしばしば指摘されるのは，エリア内の大学・企業の研究者が相互のラボに自由に出入りし一緒に研究を行う「入り浸り」の環境の存在である．背景や目的の異なる研究者同士が日常的に交流する環境が根付いていることにより，次々と新しい産業が創出されるといわれている[4]．

## Professional Science Master's とは[5]

国内の多くの理工系大学院の教育では，コミュニケーション能力やプロジェクト管理能力などといった専門知識以外の教育は研究室での教官の指導や学生個人の努力に依存しており，授業形式の系統的な教育はあまり行われない．一方，米国では最近Professional Science Master's (PSM)という新しい学位が注目されている．PSMでは理数系の学際的な領域での大学院教育に加え，プログラムの一部としてマーケティング，マネジメント，知的財産管理などのビジネス関連の科目を受講して産業界で役立つ知識を得ることができる．前述の「パルミサーノ・レポート」においても，イノベーションを担うリーダーの教育としてこのPSMの拡充を提言している．

PSMはどのようにして生まれたのか．企業で研究職に就くには大学院レベルの教育が求められるが，米国での理工系大学院の進学率は欧州やアジア各国に比べて低い[6]．では，理系の大学院生を増やすにはどうするべきか．従来の理系大学院教育に対して企業の研究職を志す米国の学生が持つ不満要素として挙げられるのは，Ph.D.の取得に時間やコストがかかること，伝統的な大学院教育が学問的研究の後継者の育成を主眼としていて産業に役立つ知識があまり得られないこと，修士の学問的学位Master of Science（M.S.）は（特に理学・数学系

* **著者紹介，写真**　横浜国立大学大学院工学府機能発現工学専攻（特別研究教員）　E-mail: suz-1@ynu.ac.jp

の学生にとって）中途半端で魅力に乏しいこと，などである．一方，1980年代より米国ではMBAなどの社会人を対象とした職業学位（professional degrees）を取得する大学院教育が成功を収めていた．そこで1995年にNational Academy of Scienceの Committee on Science, Engineering, and Public Policy（COSEPUP）が「芸術・科学分野の大学院における，Ph.D.に代わる，より短期に取得できる新しい学位の創設」を提案し，それを受けて1997年に「理数系における MBA」の確立を目指し，Alfred Sloan財団らの主導で科学・数学分野における魅力ある新しい上級学位のプログラムとしてPSMが提案され，組織的な支援が開始された．

2007年現在，PSMは全米54大学で112のプログラムが実施されている．プログラムの内容はバイオインフォマティクス，計算化学，環境マネジメント，ファイナンシャル数学など，学際的な分野が主である．各プログラムはこれらの大学院修士レベルの専門教育に加え，ビジネス・法律などの授業，コンピュータ・情報系の授業，インターンシップなどを含む．特にインターンシップなどの実務経験は重視されている．各大学のPSMプログラムはそれぞれ地元企業による Industrial Advisory Board（IAB）を組織し，これらIABの企業はプログラムへの提言やビジネス科目の選定を行うだけでなく，プログラムと連携して短期〜長期のインターンシップを実施し，さらにPSM修了者の就職先を提供する．このようにPSMでは産業とのかかわりが重視されている一方，伝統的な研究室内での研究，修士論文の作成は課されないことが多い．PSM修了に必要な要件は，単位取得とインターンシップなどのレポート，修了試験である．これはPSMがMBA同様，必ずしも学術的新規性を問わない「職業学位」であることによる．ただし，MBAと異なりPSMは入学に際し就業経験は必要ない．2002年に最初の修了者が出て以来，2005年12月の時点でのべ1300名以上がPSMに在籍し，500名以上の修了者を輩出しており，修了者は全米の大手民間企業や政府機関，研究所などに通常の修士よりも若干高い初任給（単独専攻の修士ではなくダブルメジャーの修士相当）で採用されている．

## PSMのビジネス科目

PSMで学ぶビジネス科目とはどのようなものか．PSMのビジネス科目は，PSMプログラムが独自に用意しているものもあるが，多くの場合は同じ大学内でMBAなどに開講されている科目を利用している．PSMで履修できるビジネス科目は例えば，管理会計，経営組織論，フィージビリティ・スタディ，テクニカル・ライティング，確立・統計，プロジェクト・マネジメント，知的財産管理などである．筆者らは2005年に，ケースウェスタンリザーブ大，イリノイ工科大，南イリノイ大，サンディエゴ州立大，サンノゼ州立大，スタンフォード大の7つの大学のPSMプログラムをそれぞれ視察し，授業の見学や教官・学生へのインタビューなどを実施した．MBAの授業を履修することはPSMの学生と教官の双方で評判が良く，学生は理系の大学院では得られない刺激を受けられること，教官は学生のコミュニケーション能力などが上昇する（その結果，他教科の成績も上昇する）ことを主な理由として挙げている．「企業で研究を行うにはどのような素質が必要か．まず，どのような研究を行うかを決めるための研究者同士の話し合いにおける技術的なコミュニケーション能力．研究の対象が決まったら，それを効率よく進めるためのプロジェクト・マネジメント能力．研究が完了したら，知的財産管理．これを理数系大学院のプログラムで提供した結果，我々は成功した．」これはイリノイ工科大のPSMプログラムを立ち上げたM. Ishaque Khan副学科長の言葉である．イリノイ工科大のPSMは4つのPSMプログラムに200名以上が在籍する，最も成功したPSMのひとつである．

## コミュニケーション能力

PSMの視察で興味深かったのは，コミュニケーション能力に関する教育である．PSMに限らず一般の大学院の授業でも，授業でのクイズ形式の討論，プレゼンテーションからディベートまで，学生は頻繁にコミュニケーション能力の発揮を求められる．彼らのプレゼンテーションのスタイルから，米国の学生が系統的なプレゼンテーションの訓練を受けていることが感じられた．イノベーション創出を目指して異分野の研究者・技術者と交流するには，サイエンス・コミュニケーションあるいはテクニカル・コミュニケーションと呼ばれる能力，すなわち科学・技術的に適切な語を用いつつ分かりやすく自分の意見を述べる能力が必要である．米国の大学におけるテクニカル・コミュニケーションの教育では，データの取り方やレポートの書き方，学会発表，企業でのプレゼン，WEBやメールの書き方など，幅広い技術を学ぶ．最近は日本でもようやくこの分野の教科書が出版されつつあるが，PSMの視察を行った2005年当時は国内では大学でのテクニカル・コミュニケーション教育に適した教科書はほとんどなく，テクニカル・コミュニケーションといえば取扱説明書の作成法を指南したものばかりであった．先に述べた日本経団連の「企業の求める人材像についてのアンケート結果」では日本の学生のコミュニケーション能力について，「相手の意見や質問をきちんと踏まえたうえで，自分の意見をわかりやすく述べることができる」ことに対して企業の期待と学生への評価とのギャップが大きいと指摘している．従来の大学院教育では専門家を対象とした学会などでのプレゼンテーションや論文の書き方は指導されるが，企業で研究するには専

門家ではない人々（異分野の技術者，企業の上層部から消費者に至るまで）にもわかりやすく説明できる能力があることが望ましい．

### 横浜国立大学大学院工学府のPEDプログラム[7)]

横浜国立大学では上述したPSMの視察および，英国で行われている Eng.D. と呼ばれる博士課程でのビジネス教育を融合した工学系教育（長期インターンシップ型の共同研究，ビジネス科目の受講など，PSMの博士版）の視察を平成17年度文部科学省「大学教育の国際化推進プログラム」海外先進教育実践支援事業「イノベーションを志向した工学系大学院教育」によって実施した[8)]．その成果をもとに，「実務家型技術者・研究者」を養成する新しい大学院教育プログラム「ヨコハマ方式大学院教育 PED プログラム」を平成 19 年度より開始した．PED は “Pi-tipe（$\pi$型）Engineering Degrees” を示す（当初，Professional Engineering Degreesの頭文字より構想したが，資格名称との混乱を生じないよう配慮された．取得する学位は特別な職業学位ではなく通常の修士（工学），博士（工学）である）．異分野融合型の問題解決能力を涵養するために，半年〜 1 年単位の異なる課題解決型教育（授業，研究，インターンシップなど）を「モジュール」とし，これを複数履修して各モジュールの学習成果を集積したものを評価し学位とする．共通する授業科目などを横棒に見立て，各モジュールを縦棒に見立てて縦棒を複数組み合わせた形を「$\pi$ 型」と称した．これに対し，従来型の大学院教育は「T型」と称している．

学生は複数研究室の関連したモジュールを履修して学際的な能力を高めることもできるし，ひとつの研究室で複数のモジュールを受け続けることも可能である．PED プログラムの特徴はこれらモジュール形式の教育だけでなく，横棒の内容，すなわち共通科目としての英語プレゼンテーション，技術者倫理，プロジェクト・マネジメント，リスク・マネジメントの各科目に加え，国際社会科学研究科で実施されている経営関連科目を受講できることにある．また，モジュールに連携したインターンシップを行っており，IAB や大学の包括提携企業などと協力してモジュールの課題に即したインターンシップの実施を試みている．実務家育成を目指すPEDプログラムでは当然，社会人修士・博士への配慮もなされており，授業の夜間・土日開講などにより短期間での博士号取得も可能である．また，PEDプログラム向けの科目の一部は公開講座に組み込まれており，社会人（あるいは産業に興味を持つポスドク）も利用することができる．このような学際的な課題解決型能力を涵養する環境と産業を意識した教育課程によって，従来型大学院教育とは異なる「実務者型技術者・研究者」として高い意識を持つ学生を送り出すこと，また実践性の高い社会人教育サービスを提供することを目指している．

### 研究の先に産業はあるか

これまで米国の PSM および横浜国大の PED について紹介してきたが，経営学などの知識を得れば産業界で活躍する研究者・技術者になれる，と言いたいわけではない．紹介したイリノイ工科大のKhan副学科長の言葉は，少々アレンジすれば学問的研究に必要な資質にも通じる．これは他の方からの受け売りであるが，産業界を目指す理工系の学生に最も求められる資質は「研究の先に産業がある」ことを知ること，ではないだろうか．学問的研究であれば，「研究の先に新しい知がある」ことが求められる．その「出口」の違いを意識すれば，研究者・技術者として進む道は自ずから見えてくるだろう．

本稿で紹介したPSMの視察は，文部科学省平成17年度「大学教育の国際化推進プログラム」の助成により行われた．

1) 日本経済団体連合会教育問題委員会：企業の求める人材像についてのアンケート結果 (2004).
2) 日本経済団体連合会産業技術委員会産学官連携推進部会：企業における博士課程修了者の状況に関するアンケート調査結果 (2007).
3) Council on Competitiveness: Innovate America-Thriving in a World of Challenge and Change (2004).
4) 中村一穂: 平成16年度海外先進教育研究実践プログラム実施報告, 横浜国立大学 (2006).
5 http://www.sciencemasters.com/
6) National Science Board: National Science and Engineering Indicators 2006, vol.1, Appendix table 2-37, National Science Foundation (2006).
7) http://www.eng.ynu.ac.jp/jpn_in/
8) 横浜国立大学：「イノベーションを指向した工学系大学院教育」報告書 (2006).